

高产脂思茅松半同胞子代测定

李思广¹, 付玉嫔¹, 张快富¹, 蒋云东¹, 姚志琼², 李明²

(1. 云南省林业科学院, 云南 昆明 650204; 2. 云南省景谷林业股份有限公司, 云南 景谷 666400)

摘要: 为了选择高产脂的思茅松 *Pinus kesiya* var. *langbianensis* 优良家系, 对 4.5 年生的 25 个思茅松高产脂优良家系的半同胞及 1 个对照的产脂力、树高、胸径等进行测定。结果表明: 所有家系的产脂力均大于对照, 较对照产脂力平均提高达 56.6%。方差分析结果表明: 家系间产脂力存在极显著差异。产脂力的家系遗传力为 0.62。初步选择出 5 个高产脂的优良家系, 其产脂力的理论遗传增益为 70.9%, 现实遗传增益为 114.3%。表 4 参 13

关键词: 林木育种学; 思茅松; 半同胞; 产脂力; 子代测定

中图分类号: S722.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5692(2008)02-0158-05

Half-sib progeny tests of high-resin-yielding *Pinus kesiya* var. *langbianensis*

LI Si-guang¹, FU Yu-pin¹, ZHANG Kuai-fu¹, JIANG Yun-dong¹, YAO Zhi-qiong², LI Ming²

(1. Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650204, Yunnan, China; 2. Jinggu Forestry Co. Ltd., Jinggu 666400, Yunnan, China)

Abstract: In order to select superior high-resin-yield families of *Pinus kesiya* var. *langbianensis*, the resin-producing capacity, diameter at breast height (DBH), and tree height of 25 high-resin-yield families and a control that was 4.5 years old were measured and analyzed by field test and using ANOVA. Results showed that the resin-producing capacity among the families was significantly greater ($P < 0.01$) than the control; on the average it was 56.6% higher. Also, the family heritability was 0.62. Thus, five superior families with high-resin-yields having a genetic gain of 70.9% and a realized-gain of 114.3% were selected. [Ch, 4 tab. 13 ref.]

Key words: forest tree breeding; *Pinus kesiya* var. *langbianensis*; half-sib; resin-producing capacity; progeny test

思茅松 *Pinus kesiya* var. *langbianensis* 是材、脂兼用树种, 具有速生、优质、高产脂和生态适应性强等特点, 以大面积纯林或针阔叶混交林的形式集中分布于云南省普洱市的翠云、宁洱、景谷、景东、镇沅、江城、墨江等县以及临沧地区和红河州的部分县。据调查, 目前云南省思茅松的林地面积约 102.5 万 hm^2 , 活立木蓄积量约 1 亿 m^3 , 松香年蓄积量为 11.5 万 t ^[1,2]。到 2004 年, 云南省松香产量已达 7.3 万 t (包括小厂生产的松香), 在全国排第 3 位。其中思茅松松香的产量占云南省松香产量的 90% 以上^[3,4]。林木育种的重要途径之一是利用选择方法培育更优良的下一代, 所以一个完整的树木育种程序, 必须有一个较为完善的子代测定计划, 籍此才能鉴定出已选优树的优势传给子代的程度^[5]。国内已有许多对马尾松 *Pinus massoniana*, 湿地松 *Pinus elliotii* 等主要的产脂树种的子代测定等遗传改良工作方面的报道^[6,7], 但思茅松高产脂子代测定方面的研究尚未见报道。近年来, 思茅松天然林面积逐年下降, 采脂树亦随之减少, 已不能适应林产化学工业的需要, 因此, 选择思茅松天然林

收稿日期: 2007-05-04; 修回日期: 2007-10-08

基金项目: 云南省科学技术攻关项目(2004NG05-04)

作者简介: 李思广, 助理研究员, 从事营林及育种技术研究。E-mail: skylinerover@163.com。通信作者: 蒋云东, 研究员, 从事森林土壤学和森林培育学等研究。E-mail: jyd63@163.com

中的高产脂基因资源并加以繁殖利用，营造人工高产脂原料林，是林业可持续发展的必然趋势。随着思茅松高产脂林木遗传改良工作的深入发展，对自由授粉子代林的遗传性状的评定十分必要。2006年，对已建立的4.5年生思茅松半同胞子代林进行产脂力测定，以期从中选出高产脂的家系进行繁殖，应用于生产，同时也可为下一轮选择提供基本群体，并为早期选择提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 田间试验设计及试验材料

在云南省普洱市景谷县建立思茅松高产脂子代测定试验林。试验林2002年造林，试验采用随机区组设计，共设26个处理(含1个对照)，以普通思茅松作为对照，3次重复，每行为1个处理，按等高线排列，株行距3 m×3 m，试验面积为2 hm²。

2006年10~11月进行产脂力测定。在每个家系中选取15株平均木进行产脂力测定，用常规下降采脂法，割脂高度为1 m左右。测沟夹角70°~90°，采割深入木质部0.3~0.4 cm，割面负荷率45%~50%。每3 d加割1刀，连续割4刀后测定产脂量。每10 cm侧沟长产脂量=(产脂量/采割沟长)×10。为了消除各单株之间因直径大小及割面负荷率不完全一致而带来的误差，故将树木的产脂力进行调整。调整方式为：

$$\text{校正产脂力} = \frac{\text{每10 cm侧沟产脂量}}{\text{单株胸径}} \times \text{平均胸径} \quad (1)$$

1.2 统计分析方法^[8-12]

$$\text{家系遗传力:} \quad H^2 = \frac{r\delta_g^2}{r\delta_g^2 + \delta_e^2} \quad (2)$$

式中： δ_g^2 为家系间方差分量， δ_e^2 为随机误差， r 为重复数。

$$\delta_p^2 = \delta_g^2 + \frac{1}{r}\delta_e^2 \quad (3)$$

式中： δ_p^2 为表型方差。

$$\text{遗传增益(\%):} \quad \Delta G = H^2 \times S/\bar{X} \quad (4)$$

式中： S 为选择差， \bar{X} 为性状的群体平均数。

$$\text{现实增益(\%):} \quad G_{\text{实}} = \frac{\bar{x}_i - \bar{x}}{\bar{x}} \quad (5)$$

式中： \bar{x}_i 为各家系平均值， \bar{x} 为对照平均值。

2 结果与分析

高产脂思茅松子代测定林进行采脂及树高、胸径等生长状况的测定结果如表1所示。

从表1可以看出所有参试的25个高产脂半同胞子代的校正产脂力变幅为3.33~7.78 g，产脂力总平均达4.95 g，均大于对照的校正产脂力3.16 g，较对照25个高产脂半同胞子代产脂力平均提高56.6%。高产脂半同胞子代的平均树高、平均胸径及平均材积等生长状况要好于对照。

表1 思茅松子代测定林产脂力及生长状况调查

Table 1 Investigation on resin-producing capacity and growth conditions of progeny test stand of simao pine

家系编号	校正产脂力/g				生长状况		
	I	II	III	平均	胸径/cm	树高/m	材积/m ³
40	7.37	5.78	10.21	7.78	4.32	2.41	0.002 1
41	7.48	7.06	6.95	7.16	4.61	2.43	0.002 4
49	6.67	6.62	5.98	6.42	4.50	2.37	0.002 3
10	4.36	5.39	9.15	6.30	5.35	2.66	0.003 5

续表 1

家系编号	校正产脂力/g				生长状况		
	I	II	III	平均	胸径/cm	树高/m	材积/m ³
88	3.62	5.15	9.80	6.19	6.30	3.38	0.006 1
46	6.35	5.42	4.76	5.51	5.13	2.77	0.003 4
71	4.09	5.66	6.76	5.50	7.71	4.01	0.010 7
27	5.24	3.80	6.54	5.19	6.39	3.44	0.006 4
33	4.54	4.31	6.21	5.02	5.83	3.02	0.004 7
39	4.52	3.66	6.75	4.98	5.52	3.06	0.004 3
67	5.02	4.69	5.20	4.97	4.47	2.37	0.002 2
70	3.80	3.78	6.58	4.72	5.65	3.06	0.004 5
35	3.83	5.03	5.08	4.65	4.95	2.69	0.003 1
72	3.65	3.99	5.95	4.53	5.38	2.93	0.003 9
28	5.43	5.18	2.95	4.52	5.69	3.01	0.004 5
45	2.88	3.79	6.81	4.49	5.38	3.02	0.004 0
81	3.68	3.87	5.62	4.39	6.00	3.16	0.005 2
7	3.26	5.00	4.47	4.24	6.56	3.56	0.006 9
34	2.85	4.49	4.87	4.07	6.62	3.47	0.006 9
82	3.37	3.87	4.94	4.06	6.44	3.45	0.006 5
38	3.10	4.43	4.59	4.04	5.89	3.22	0.005 1
37	3.93	4.72	3.41	4.02	5.35	2.88	0.003 8
12	4.65	3.34	4.03	4.01	6.32	3.34	0.006 1
60	2.97	4.28	3.90	3.72	6.30	3.41	0.006 2
13	3.74	3.07	3.17	3.33	7.83	4.22	0.011 5
家系总平均				4.95	5.78	3.09	0.005 1
对照	2.53	3.04	3.89	3.16	5.30	3.02	0.003 9
总平均	4.34	4.59	5.71	4.88	5.76	3.09	0.005 0

2.1 产脂力方差分析

为比较子代林各家系间产脂力的差异显著性,将表1中产脂力调查数据,进行方差分析(表2),可以看出半同胞家系子代林的产脂力具有极显著的统计差异。表明思茅松半同胞子代林的产脂力存在着丰富的变异。这些变异主要由遗传特性决定的,因此,家系间定向选择具有很大的潜力。

由表2可以看出,由于重复间立地条件的差异,各家系在不同重复间也呈现极显著的统计差异。由此可以说明,同一家系的高产脂思茅松,其产脂力的高低还与立地条件有关系,经选择出来的高产脂家系培育在良好的立地条件下,可以更加显著地提高产脂力。

2.2 半同胞产脂力的遗传参数

由表2可以估算出半同胞产脂力的遗传参数(表3)。高产脂思茅松半同胞的家系遗传力为

表2 思茅松半同胞子代林产脂力的方差分析

Table 2 Variance analysis on resin-producing capacity of half-sib progeny test stand of simao pine

变异来源	平方和	自由度	方差	F	F _{0.01}	方差组成
重复间	26.84	2	13.42	9.71 **	5.08	
家系间	86.95	24	3.62	2.62 **	2.20	$\delta_e^2 + r\delta_g^2$
机误	66.33	48	1.38			δ_e^2
总变异	180.12	74				

0.62, 具有中等遗传力, 产脂力差异中遗传性因素占较大比例。入选率为 20% 时的家系的理论遗传增益为 70.9%。

这一结果说明通过一定强度的选择, 能获得较高的遗传增益。考虑到以后的遗传基础不能过于狭窄, 且林分处于幼林阶段, 性状没有完全稳定, 故选择强度不能太大。

为了能选出最优的思茅松高产脂家系, 可以根据各个参试家系产脂力与对照产脂力进行选择差、现实增益和遗传增益的估算, 估算结果见表 4。从表 4 可以看出: 25 个参试家系产脂力的现实增益的变幅为 5.2% ~ 146.3%, 总平均达 56.6%; 理论遗传增益的变幅为 3.2% ~ 90.7%, 总平均达 35.2%。增益效果显著。

2.3 优良家系的评选

多家系评选采用最小显著差数法(LSD)^[13], 当评选指标按评选公式大于标准正态 0.01 水平时单侧临界值 t 时的 D_{LS} , 就可以认为该家系极显著大于对照家系, 即可入选。经计算, $D_{LS0.05} = 1.93$, $D_{LS0.01} = 2.58$ 。经比较, 有 8 个家系与对照相比差异达到显著水平, 占全部参试家系的 32%。其中 5 个家系(40 号、41 号、49 号、10 号和 88 号)达到极显著水平(表 4), 占全体家系的 20%, 其产脂力的平均现实增益为 114.3%, 这 5 个家系可作为入选家系进行推广造林, 实现早期增益。

3 小结

对 4.5 年生思茅松的 25 个半同胞家系的子代及 1 个对照进行产脂力、树高、胸径的测定结果表明: 各半同胞家系间产脂力差异极显著。与对照的产脂力相比, 25 个家系的校正产脂力平均值为 4.95 g, 均大于对照的产脂力 3.16 g, 其平均现实增益可达 56.6%。

通过计算产脂力性状的遗传参数得出, 产脂力的家系遗传力为 0.62, 表明产脂力差异中遗传性因素占较大比例。入选率为 20% 时, 家系的理论遗传增益为 70.9%。因此, 可继续扩大高产脂思茅松的优树选择, 并对现有子代林和初级无性系种子园开展多层次的遗传改良工作。

对 25 个半同胞家系进行评选, 选择出与对照差异达到显著水平的家系有 8 个, 其中差异达极显著水平的有 5 个, 相比普通产脂力的思茅松其现实增益可达 114.3%。为尽快实现提高思茅松的产脂量的目标, 可用评选出的最好的 5 个优良家系进行人工林培育。

表 3 思茅松半同胞子代林遗传参数

Table 3 Genetic parameters of half-sib progeny test stand of simao pine

环境方差 δ_e^2	遗传方差 δ_g^2	表型方差 δ_p^2	家系遗传力 H^2	遗传增益 $\Delta G/\%$
1.38	0.75	1.21	0.62	70.9

表 4 思茅松半同胞各家系产脂力增益

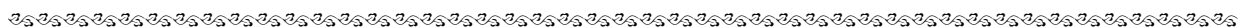
Table 4 Resin-producing capacity gain of each family of half-sib progeny test stand of simao pine

家系编号	校正产脂/ g	现实增益/ %	遗传增益/ %	显著性水平
40	7.78	146.3	90.7	**
41	7.16	126.7	78.6	**
49	6.42	103.3	64.0	**
10	6.30	99.4	61.6	**
88	6.19	95.8	59.4	**
46	5.51	74.3	46.1	*
71	5.50	74.1	45.9	*
27	5.19	64.3	39.9	*
33	5.02	58.9	36.5	
39	4.98	57.5	35.7	
67	4.97	57.3	35.5	
70	4.72	49.5	30.7	
35	4.65	47.1	29.2	
72	4.53	43.3	26.8	
28	4.52	42.9	26.6	
45	4.49	42.2	26.2	
81	4.39	39.0	24.2	
7	4.24	34.3	21.2	
34	4.07	28.9	17.9	
82	4.06	28.5	17.7	
38	4.04	27.8	17.2	
37	4.02	27.1	16.8	
12	4.01	26.8	16.6	
60	3.72	17.7	11.0	
13	3.33	5.2	3.2	
家系总平均	4.95	56.7	35.2	
对照	3.16			

说明: * 表示 0.05 水平差异显著, ** 表示 0.01 水平差异显著。

参考文献:

- [1] 陈少瑜, 赵文书, 王炯. 思茅松天然种群及其种子园的遗传多样性[J]. 福建林业科技, 2002, **29** (3): 1-5.
- [2] 蒋云东, 李思广, 杨忠元, 等. 土壤化学性质对思茅松人工幼林生长的影响[J]. 东北林业大学学报, 2006, **34** (1): 25-27.
- [3] 尹晓兵, 耿树香. 思茅松、云南松香的物理和化学特征[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2004, **28** (2): 57-60.
- [4] 尹晓兵, 耿树香, 马惠芬, 等. 思茅松松脂松节油群体的物理及化学特征[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2005, **29** (5): 80-84.
- [5] 刘月蓉. 高产脂马尾松半同胞、全同胞子代产脂力测定[J]. 西南林学院学报, 2005, **25** (3): 33-35.
- [6] 徐六一, 虞沐奎. 湿地松高产脂系早期性状的研究[J]. 安徽农业科学, 2001, **29** (2): 228-229, 264.
- [7] 覃冀, 连辉明, 曾令海, 等. 高产脂马尾松半同胞子代20年生测定林产脂力分析[J]. 广东林业科技, 2005, **21** (2): 30-34.
- [8] 朱之娣. 林木遗传学基础[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990: 176-178.
- [9] 王明麻. 林木遗传育种学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2000: 174-176.
- [10] 徐健民, 白嘉雨, 吴坤明, 等. 细叶桉家系早期试验研究[J]. 林业科学研究, 1995, **8** (5): 500-505.
- [11] 刘月蓉. 高产脂马尾松优树自由授粉子代林产脂力测定[J]. 福建林学院学报, 2005, **25** (3): 229-233.
- [12] 刘月蓉. 高产脂马尾松半同胞的产脂力优良单株的选择[J]. 林业科技, 2006, **31** (3): 1-3.
- [13] 李春喜, 王志和, 王方. 生物统计学[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 87-97.



朱祝军教授入选国家新世纪百千万人才

浙江林学院农业与食品科学学院朱祝军教授入选2007年度“新世纪百千万人才工程”国家级人选。2007年“新世纪百千万人才工程”国家级人选的选拔数量全国为500名左右,浙江省(不包括浙江大学)入选10人。

“新世纪百千万人才工程”由国家人事部、国家科技部等7个部门联合组织实施,目的是在对国民经济和社会发展影响重大的自然科学和社会科学领域里,造就一批国家级优秀人才。该工程的目标是,到2010年,培养造就数百名具有世界科技前沿水平的杰出科学家、工程技术专家和理论家;数千名具有国内领先水平,在各学科、各技术领域有较高学术技术造诣的带头人;数万名在各学科领域里成绩显著、起骨干作用、具有发展潜能的优秀年轻人才。

谢志新